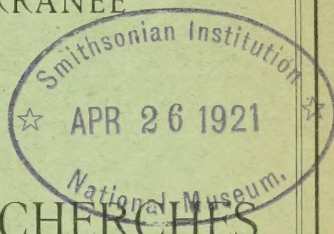


BULLETIN
DE LA
COMMISSION INTERNATIONALE
POUR L'EXPLORATION SCIENTIFIQUE
DE LA MER MÉDITERRANÉE



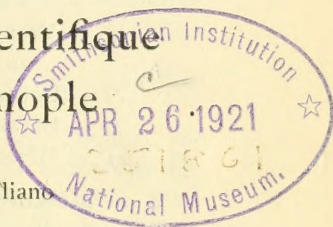
PROGRAMME DES RECHERCHES

à exécuter par la Mission Italienne
chargée de l'exploration scientifique des Détroits
de Constantinople.

MONACO
IMPRIMERIE ARTISTIQUE V^{ce} A. CHÊNE
46, Rue Grimaldi, 46
1921

Programme des Recherches
à exécuter par la Mission Italienne
chargée de l'exploration scientifique
des Détroits de Constantinople

par GIOVANNI MAGRINI
Secrétaire du R. Comitato Talassografico Italiano



INDEX

	PAGE
I. — Océanographie physique	3
1. — Physique et marégraphie	3
A. — <i>FORME DU RELIEF SOUS-MARIN. NATURE DU FOND</i>	<i>4</i>
a) — <i>Détermination du point de station</i>	<i>4</i>
b) — <i>Sondages</i>	<i>4</i>
c) — <i>Nature du fond</i>	<i>5</i>
B. — <i>QUALITÉS PHYSIQUES PROPRES DE LA MASSE D'EAU</i>	<i>5</i>
a) — <i>Température de l'eau.</i>	<i>5</i>
b) — <i>Densité de l'eau</i>	<i>6</i>
c) — <i>Phénomènes optiques</i>	<i>7</i>
C. — <i>CONDITIONS DE MOUVEMENT</i>	<i>7</i>
a) — <i>Variations du niveau de la mer</i>	<i>7</i>
a) <i>Variations du niveau liées aux phénomènes astrono-</i> <i>miques. Marées.</i>	<i>7</i>
b) <i>Variations du niveau dues à des causes météorologi-</i> <i>ques</i>	<i>9</i>
c) <i>Variations du niveau dues à des causes hydrographi-</i> <i>ques</i>	<i>10</i>

	PAGE
b) — <i>Courants</i>	10
a) Courants propres à la Mer Noire et à la Mer Egée.	10
b) Courants et contre-courants du Bosphore et des Dardanelles.	11
c) Instruments	12
d) Méthodes d'observation	12
e) Correction des observations et tarage des instruments	14
c) — <i>Mouvement des Vagues</i>	14
2. — Chimie de l'eau	15
a) — DÉTERMINATION DES HALOGÈNES ET DES SELS CONTENUS DANS L'EAU DE MER.	15
b) — VÉRIFICATION DE LA CONSTANCE DES RAPPORTS ENTRE LES DIFFÉRENTS SELS DISSOUS DANS L'EAU DE MER	15
c) — DÉTERMINATION DE L'OXYGÈNE	15
d) — DÉTERMINATION DE L'ACIDE SULFHYDRIQUE	16
e) — DÉTERMINATION DE L'ACIDE CARBONIQUE. ALCALINITÉ.	16
3. — Météorologie	17
RECHERCHES AÉROLOGIQUES.	17
II. — Océanographie biologique	18
1. — Biologie générale	18
a) — RECHERCHES SUR LA PÉNÉTRATION DE LA LUMIÈRE DANS L'EAU	19
b) — VARIATION DIURNE DE L'OXYGÈNE DISSOUS DANS LE COURANT ET DANS LE CONTRE-COURANT DES DÉTROITS	19
c) — NATURE DE LA FAUNE BENTHIQUE DE LA MER NOIRE EN RELATION AVEC LES CONDITIONS SPÉCIALES QUI Y SONT CRÉÉES PAR LA PRÉSENCE DE L'ACIDE SULFHYDRIQUE	19
d) — PASSAGE D'ESPÈCES DE LA MER NOIRE ET DE LA MER DE MARMARA A TRAVERS LE BOSPHORE.	19
e) — ECHANGE DE MATÉRIEL FAUNISTIQUE ENTRE LA MER EGÉE ET LA MER DE MARMARA.	20
2. — Biologie appliquée	20

N. B. — Le professeur MAGRINI, chef de la mission, a été aidé dans la compilation du présent programme par le docteur A. MANUELLI pour ce qui concerne les recherches chimiques et par le professeur L. SANZO pour les recherches biologiques. Ils ont participé aux croisières, le premier comme chimiste en chef, le second comme biologiste en chef.

(N. Ce mémoire est destiné à remplacer les procès-verbaux des sous-commissions italiennes de la Commission de la Méditerranée).

I.

OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE

Le problème fondamental que nous nous sommes proposé d'étudier dans les croisières à exécuter pour l'exploration scientifique des Détroits de Constantinople est le suivant :

Quel est le régime et quelles sont les causes des courants que l'on constate dans le Bosphore et dans les Dardanelles ?

Schématiquement nous considérerons le système des Détroits de Constantinople comme étant constitué de deux bassins terminaux (la Mer Noire et la Mer Egée), mis en communication par un seul canal qui s'élargit en un bassin intermédiaire d'expansion (Mer de Marmara).

Le problème est hydrauliquement ainsi posé. Pour le résoudre nous devons, pour ainsi dire, aborder tous les problèmes qui constituent l'argument de l'océanographie physique, en relation avec la région à explorer.

Les recherches à exécuter furent réunies en trois groupes :

- a)* Recherches physiques et marégraphiques ;
- b)* Recherches chimiques ;
- c)* Recherches météorologiques.

Un tel groupement correspond aux décisions de la Conférence de Madrid pour l'exploration scientifique de la Méditerranée, qui a décidé de constituer trois sous-commissions d'étude, une pour chacun des trois groupes mentionnés ci-dessus.

1. — Physique et marégraphie

Les recherches à exécuter en relation avec la physique et la marégraphie regardent essentiellement :

- a)* la forme du relief sous-marin et la nature du fond ;
- b)* les qualités physiques propres de la masse d'eau (température et densité) ;
- c)* les conditions du mouvement (variations du niveau, courants, vagues).

La forme du relief sous-marin et la nature du fond sont l'objet d'une recherche qu'on doit exécuter seulement dans l'espace.

Pour les qualités physiques propres de la masse d'eau il est nécessaire de connaître : la variation de la température dans l'espace et dans le temps ; la variation de la densité aussi dans l'espace et dans le temps ; la relation entre les variations de la température et celles de la densité.

Il faut déterminer la variation du niveau dans l'espace et dans le temps en relation avec les conditions du mouvement, variations dont il est nécessaire d'individualiser les causes (attraction luni-solaire, régime des vents, variation de la pression atmosphérique) et le régime des courants également dans l'espace et dans le temps, régime lié aux variations des conditions physiques propres de la masse d'eau (mouvements convectifs), aux marées et aux variations du niveau pour des causes météorologiques ou hydrographiques.

Nous examinerons point par point les différents éléments qui doivent former un argument de recherches, les instruments et les méthodes à employer.

A)

Forme du relief sous-marin - Nature du fond

A. — Détermination du point de station.

Toujours, lorsqu'il y a à exécuter des observations, le point de station devra être déterminé, en vue de terre, par des mesures goniométriques, en employant le cercle à réflexion Magnaghi et le station-pointer et en pleine mer par des mesures de vitesse au moyen du loch sur une route fixe, si possible avec contrôle de la profondeur et de la nature du fond. On tiendra autant que possible compte de la déviation de la route par l'effet du courant.

Des contrôles astronomiques pour la latitude seront exécutés.

B. — Sondages.

Dans chaque point de station, où des observations de n'importe quel genre devront se faire, on déterminera soigneusement la profondeur.

a) *Instruments.* — Appareil à sonder, grand modèle, type Lucas, avec moteur électrique et compteur à nombres visibles. Petits appareils à sonder, type Magnaghi, pourvus de poulies de renvoi avec compteur. (La profondeur ne sera pas déterminée d'après le nombre des rotations du tambour, mais seulement d'après celui des rotations de la poulie de renvoi).

b) *Méthode d'observation.* — La profondeur déterminée sera inscrite dans le registre spécial des sondages avec l'indication de la latitude et de la longitude.

Si deux sondages à des points rapprochés donnent une différence notable de profondeur, on exécutera des sondages intermédiaires.

De tels sondages seront multipliés dans les seuils des détroits.

c) *Correction des observations.* — On recommande de vérifier les compteurs et de les mettre toujours au zéro.

On introduira les corrections pour l'inclinaison du fil de sondage. Pour les sondages à grande profondeur, on cherchera à éviter par une manœuvre opportune du navire les fortes inclinaisons du fil (1).

(1) Voir le Mémoire 31 du R. Comitato Talassografico Italiano: *Teoria degli Scandagli d'alto mare*, 1913.

On ne juge pas nécessaire de tenir compte des variations, trop faibles, du niveau de la mer pour les marées et les causes météorologiques.

c. — **Nature du fond.**

a) *Instruments.* — Grand sondeur Ekman. Sondeur à tenailles.

b) *Méthode d'observation.* — En mesurant la profondeur du fond, on tiendra toujours compte de sa nature, selon les indications du sondage.

On exécutera en outre des prises d'échantillons spéciaux du fond à des points déterminés de la zone à explorer. On recueillera avec un soin particulier les échantillons de fond de la Mer Noire, qui présentent un intérêt spécial, et dont la composition est probablement liée au phénomène de la présence d'acide sulthydrique dans ses eaux profondes.

c) *Examen des échantillons de fond.* — L'examen des échantillons de fond sera fait macroscopiquement et microscopiquement à bord, dans le laboratoire chimique du navire. Une partie des échantillons sera toujours conservée avec les précautions nécessaires.

B)

Qualités physiques propres de la masse d'eau

A. — **Température de l'eau.**

a) *Instruments.* — Thermomètres à renversement Richter et Schiff. Pour les observations superficielles, les thermomètres Richter ordinaires pour température de l'eau.

b) *Méthode d'observation.* — Dans l'espace on exécutera des stations volantes le long de transversales déterminées (le navire sera ancré jusqu'à une profondeur de 150 mètres, au delà de 150 mètres le navire sera laissé à la dérive). Les observations seront généralement exécutées aux profondeurs normales suivantes :

surface	50 m.
5 m.	100 m.
10 m.	250 m.
15 m.	500 m.
20 m.	750 m.
25 m.	1000 m.
30 m.	fond

et elles seront multipliées dans la couche de variation. Toujours, lorsque entre l'observation à une profondeur et celle à une autre profondeur successive on constate une différence de 2° on fera au moins une observation intermédiaire.

Dans le temps on fera des stations fixes à des profondeurs en dessous de 150 mètres, dans lesquelles on répètera avec le navire ou l'embarcation ancrée pour 24 heures ou plus, toutes les trois heures, les

observations aux profondeurs normales indiquées ci-dessus, avec la même attention. L'observation sera répétée à la même heure le jour suivant.

En des cas particuliers, lorsqu'on doit suivre des phénomènes de caractère extraordinaire, on fera des stations fixes pour un plus grand nombre d'heures, et les observations seront éventuellement exécutées à des intervalles de temps plus rapprochés.

c) *Correction des observations et tarage des instruments.* — On corrigera toujours la profondeur d'après l'inclinaison du fil.

Les thermomètres seront régulièrement étalonnés avant et après chaque croisière.

Après chaque observation on aura soin de constater s'il n'y a pas de mercure dans le réservoir terminal (ce qu'on constate assez fréquemment). L'observation faite dans de telles conditions est fautive et il faut faire tomber à petits coups le mercure. Si on n'y arrive pas, il faut attendre que le thermomètre soit remis en conditions normales par une série de refroidissements et de chauffages.

On introduira dans les données du thermomètre à renversement la correction pour la température indiquée par le thermomètre auxiliaire, en employant les tables relatives à ce but (1).

B. — Densité de l'eau.

a) *Instruments.* — Bouteilles pour la prise des échantillons d'eau : type Richard pour des petites quantités d'eau. Type Pettersson pour des quantités plus grandes.

Détermination des halogènes, type Knüdsen.

b) *Méthode pour la récolte des échantillons d'eau.* — Toujours, lorsque la température de l'eau est déterminée à une profondeur donnée, on recueillera un échantillon d'eau.

L'échantillon d'eau est conservé dans des petites bouteilles fermées hermétiquement, qu'on lave auparavant soigneusement avec une partie de la même eau. Les petites bouteilles sont conservées dans des caisses numérotées. Chaque bouteille doit porter dans une enveloppe en cuir une étiquette indiquant la date, l'heure, le numéro de la station et la profondeur mesurée.

c) *Détermination des halogènes en grammes par mille grammes d'eau.* — Dans le laboratoire de chimie, installé à bord, on exécute les titrages par la méthode Knüdsen, si l'état de la mer le permet, de manière que les déterminations soient exécutées le plus vite possible. On emploie l'eau normale fournie par le laboratoire de Copenhague.

d) *Calcul des sels contenus en grammes par mille grammes d'eau.* On emploie les tables connues de Knüdsen. Afin de faciliter les calculs d'interpolation, les tables ont été disposées graphiquement.

e) *Calcul de la densité d'eau (in situ) $\sigma_t = 1000 (S_t - 1)$.*

On emploie les tables Knüdsen. Les calculs sont facilités par la

(1) Mémoire N. 7 du R. Comitato Talassografico Italiano : *Il termometro a rovesciamento Richler e tavole per la sua correzione.*

publication du R. Comitato Tassalografico Italiano, Mémoire 17: *Tables pour le calcul du σ , suivant les tables hydrographiques de M. Knüdsen, 1912.*

f) *Mesure de contrôle avec l'interféromètre Zeiss.* — On emploiera à bord l'interféromètre Zeiss pour les déterminations comparées entre la méthode optique et la méthode de titrage.

c. — **Phénomènes optiques.**

Bien que les phénomènes optiques de l'eau marine forment l'objet d'études de l'océanographie physique qui, naturellement doit fournir les instruments et suggérer les méthodes de recherches, l'intérêt que ces phénomènes présentent est plus grand au point de vue biologique. La pénétration de la lumière et sa propagation au sein de la masse d'eau influence la vie sous-marine, on peut dire, comme élément fondamental. Pour cela nous préférons considérer les phénomènes optiques en relation avec les faits biologiques et adapter les méthodes et instruments aux problèmes qu'impose la biologie dans cet important champ de recherches.

Nous traiterons donc l'étude des phénomènes optiques lorsque nous développerons le programme biologique.

C)

Conditions de mouvement

A. — **Variations du niveau de la mer.**

Les recherches sur les variations du niveau de la mer tendent à établir :

a) s'il existe des variations du niveau liées aux phénomènes astronomiques (attraction luni-solaire.)

b) la nature des variations du niveau dues à des causes météorologiques.

Parmi celles-ci il faut considérer préalablement : la pression atmosphérique et ses variations, le vent dans ses deux éléments : la vitesse et la direction.

c) la nature des variations du niveau dues à des causes hydrographiques.

Parmi ces causes il faut examiner préalablement les apports à la mer des masses d'eaux fluviales et l'évaporation.

d) les variations du niveau dues à des mouvements ondulatoires (ondes stationnaires, ondulations secondaires). On en parlera à l'alinéa c) dans lequel le mouvement onduleux est traité.

a) **VARIATIONS DU NIVEAU LIÉES AUX PHÉNOMÈNES ASTRONOMIQUES. — MARÉES.**

On sait que généralement on nie l'existence d'une marée sensible dans la Mer Noire. Maintenant, au moyen d'instruments enregistreurs adaptés et soigneusement construits, nous nous proposons de vérifier si les diagrammes des variations de niveau, tirés de la Mer Noire, le long

des Détroits et de la Mer de Marmara, permettent d'établir l'existence de la marée et ses caractéristiques.

Nous sommes de l'avis que, quoique de petite amplitude, la marée existe dans la Mer Noire.

Cette étude intéresse spécialement le compilateur du présent programme.

En étudiant les marées de l'Adriatique, il a pu constater qu'une influence notable sur elles, peut-être même prépondérante en comparaison avec l'action directe luni-solaire sur la masse d'eau, semble être due à la vraie et propre déformation du bassin contenant la masse d'eau, qui du reste est naturellement aussi provoquée par la variation de l'attraction luni-solaire.

Une telle déformation du bassin, due à une véritable et propre marée de la croûte terrestre, provoque de son côté une variation relative du niveau de la masse d'eau qui y est contenue, dont le volume reste en pratique constant, et que nous appelons marée.

Si les résultats obtenus dans la Mer Noire confirment les résultats obtenus dans l'Adriatique, les deux mers étant disposées l'une dans le sens du méridien, l'autre dans le sens du parallèle, cette idée nouvelle pourra être prise en considération pour faciliter l'explication des marées dans les mers intérieures, sur l'origine desquelles notre connaissance est presque nulle.

Instruments. — Pour le moment on se sert de marégraphes avec le coefficient de réduction de $1/5$ et avec diagramme hebdomadaire. Le développement du diagramme sera d'environ 50 mm. par jour.

Si de tels instruments se montrent insuffisants pour l'étude des petites variations du niveau, nous emploierions pour la seconde croisière des marégraphes avec le coefficient de réduction de $1/2$ qui sont en construction.

Installation des marégraphes. — On en installera pour le moment 6 :
un dans la Mer Noire ;
un le long du Bosphore ;
un à l'embouchure du Bosphore dans la Mer de Marmara (dans une des îles du groupe de Prinkipo) ;
un à l'embouchure des Dardanelles ;
un le long des Dardanelles ;
un dans la Mer Egée.

De cette manière il est possible d'étudier la propagation de la marée de la Mer Egée le long des Dardanelles et éventuellement de la Mer Noire le long du Bosphore, tandis que dans la Mer de Marmara on devrait trouver une marée de compensation.

Plan de référence des observations marégraphiques. — *Nivellement de précision.* — Dans l'impossibilité de rapporter de suite à un unique plan de référence les six marégraphes que nous allons installer, nous rapporterons les observations de chaque marégraphe à un plan fixe quelconque, sauf à vérifier dans la suite les différences de niveau entre les six plans différents adoptés pour les six marégraphes.

Pour les marégraphes qui se trouvent sur le continent, il suffira de

faire un nivellement de précision, que, vu la grande importance du problème, nous nous proposons de commencer pendant la croisière printanière de 1921.

Afin d'établir le niveau moyen de base pour les marégraphes installés sur les îles, nous emploierons la méthode des observations simultanées avec le marégraphe le plus proche du continent.

Contrôle des instruments. — Il sera organisé un service pour le changement hebdomadaire des papiers des enregistreurs et le retrait des diagrammes. Chaque diagramme doit porter l'indication de la localité du marégraphe, l'heure du commencement et de la fin du diagramme, tandis que la hauteur de l'eau au commencement et à la fin par rapport au repère sera soigneusement mesurée et inscrite.

Les horloges seront toujours contrôlées. Pour les détails voir : MAGRINI G. *Norme ed istruzioni per il servizio mareografico*. Publ. N° 30 dell'Ufficio idrografico del R. Magistrato alle Acque de Venise.

Dépouillement des diagrammes. — On extrait des diagrammes les éléments suivants :

- les données horaires du niveau ;
- les heures et les hauteurs de la marée haute ;
- les heures et les hauteurs de la marée basse.

En même temps on en extraira les données suivantes pour les ondulations secondaires :

- l'heure du commencement et de la fin des séries remarquables ;
- l'amplitude maxima ;
- l'amplitude moyenne ;
- les périodes.

Si un diagramme est très dérangé par des ondulations secondaires, on tracera la courbe moyenne avant d'extraire les données des heures du niveau et les données de la marée haute et de la marée basse. Cette opération qui est très délicate ne doit être faite que par un spécialiste.

Analyse harmonique. — En attendant d'avoir des années complètes de diagrammes pour chaque marégraphe, nous soumettrons les séries mensuelles à l'analyse harmonique, d'après la méthode indiquée dans la publication : MAGRINI G. *Norme ed istruzioni per il servizio mareografico. Parte II. (Previsione delle maree)*. Pubbl. N° 30 dell'Ufficio idrografico del R. Magistrato alle Acque de Venise. On en extraira les ondes principales.

b) VARIATIONS DU NIVEAU DUES A DES CAUSES MÉTÉOROLOGIQUES.

Le système hydrographique que nous devons étudier se prête beaucoup à la recherche des effets des variations du vent et de la pression atmosphérique sur les variations du niveau des surfaces d'eau. Comme nous l'avons déjà dit, le système des détroits peut être considéré comme étant constitué par deux bassins terminaux liés par un canal qui à un certain point s'élargit en un bassin d'expansion.

Supposons qu'il y ait une différence de pression entre la Mer Noire et la Mer Egée. Alors là où la pression est plus grande, le niveau tendra à s'abaisser en comparaison avec celui du bassin où la pression est moins

grande. Nous aurons donc dans le canal de communication un courant de la pression majeure à la pression mineure.

Le vent produira un effet analogue spécialement lorsqu'il pousse l'eau à l'embouchure du canal.

Maintenant il nous faudra chercher comment le régime du courant dans le Bosphore et dans les Dardanelles est lié, outre les marées, aux variations du niveau dues à des causes météorologiques, et il sera très intéressant de rechercher la fonction de la Mer de Marmara, bassin intérieur d'expansion du canal. Il sera également intéressant d'établir la relation entre la variation du niveau et la variation de la pression.

Instruments et méthode. — On emploie les mêmes que pour les recherches de la marée. Pour les données météorologiques nécessaires à cette étude, voir plus loin RECHERCHES MÉTÉOROLOGIQUES.

Il est absolument nécessaire de connaître pour cette recherche la valeur de la pression dans la Mer Noire (embouchure du Bosphore) dans la Mer de Marmara, et dans la Mer Egée (embouchure des Dardanelles).

c) VARIATIONS DU NIVEAU DUES A DES CAUSES HYDROGRAPHIQUES.

Des fleuves très importants affluent à la Mer Noire et y amènent de grandes masses d'eau. Ceci est considéré comme étant une des causes les plus importantes du courant superficiel du Bosphore qui va de la Mer Noire à la Mer de Marmara. Il sera intéressant de mettre en relation la variation annuelle des afflux des fleuves dans la Mer Noire, (qui pour le moment, ne peuvent être estimés qu'avec une approximation très large) avec la variation annuelle, si elle existe, du courant du Bosphore. En même temps doivent être faites des recherches sur l'évaporation.

Instruments et méthodes. — Pour les variations du niveau de la mer on se servira des mêmes instruments et méthodes que pour les recherches sur la marée. Pour calculer la valeur des afflux des fleuves à la Mer Noire, on emploiera les données très approximatives des publications hydrographiques qui existent.

Pour l'évaporation on fera des recherches expérimentales, quoiqu'on juge les résultats peu sûrs. Nous nous réservons de revenir sur ce sujet lorsque nous exposerons le programme complètement, d'après les résultats des premières croisières.

B. — Courants.

Il nous faut distinguer les courants de la Mer Noire et de la Mer Egée qui dépendent des conditions propres à ces deux mers et que presque certainement on y constaterait, même s'il n'y avait pas de communication entre elles, et les courants à travers le canal de communication entre les deux mers qu'on constate justement parce qu'il existe une communication entre les deux mers.

a) COURANTS PROPRES A LA MER NOIRE ET A LA MER EGÉE.

Notre recherche tendra à établir l'existence d'une circulation éventuelle propre à la Mer Noire, et comment celle-ci est influencée par la circulation superficielle à l'embouchure du Bosphore et l'existence du contre-

courant profond qui porte les eaux les plus denses provenant de la Mer Egée dans la Mer Noire. Les conditions politiques actuelles nous empêcheront malheureusement d'approfondir ces recherches dans notre première croisière.

L'exploration de la Mer Egée sera développée par nous dans la région la plus septentrionale et en relation avec la circulation méditerranéenne entière, de laquelle elle dépend. D'accord avec la délégation grecque de la Commission de la Méditerranée, on organisera des lancements systématiques de bouteilles.

b) COURANTS ET CONTRE-COURANTS DANS LE BOSPHORE ET DANS LES DARDANELLES.

Nous appellerons par convention *courant* celui qui va de la Mer Noire vers la Mer Egée, et *contre-courant* celui qui va dans le sens opposé. Le régime de ces courants dépend certainement de quelques facteurs que nous devons autant que possible étudier séparément, et aussi dans leur complexité, pour en retirer la loi de dépendance. C'est un problème qui n'est certainement pas facile, parce que les facteurs qui agissent sont nombreux et pas tous indépendants entre eux. Les plus importants sont :

1) la variation de la pression atmosphérique dans la Mer Noire, dans la Mer Egée et dans la Mer de Marmara ;
2) les vents (dans la direction et dans la vitesse) et leurs variations ;

3) les marées ;

4) la différence de densité des différentes couches d'eau et les mouvements convectifs qui en résultent ;

5) la variation dans les afflux d'eaux fluviales à la Mer Noire (ces variations peuvent être considérées comme négligeables pour la Mer de Marmara et pour la Mer Egée) ;

6) la variation dans l'évaporation dans la Mer Noire et par conséquent dans la masse d'eau soustraite à la Mer Noire par l'effet de l'évaporation.

Comme résultante de ces agents nous aurons en premier lieu une différence de niveau entre l'embouchure du Bosphore dans la Mer Noire et dans la Mer de Marmara et de même entre l'embouchure des Dardanelles dans la Mer de Marmara et dans la Mer Egée.

En deuxième lieu nous aurons une distribution diverse de la densité de l'eau dans les différentes couches aux deux extrémités du canal. Et enfin il y a de nombreuses espèces de vagues, de différente nature, superficielles et profondes, qui tendront à se propager d'un bassin à l'autre, à travers le canal de communication.

Il faut donc que nous considérions dans notre étude le régime des courants, soit dans le Bosphore, soit dans les Dardanelles, successivement :

Dans une première phase, comme résultante des deux faits : différence du niveau et distribution différente de la densité aux deux extrêmes, en en retirant la loi de dépendance des courants et contre-courants en fonction des conditions morphologiques ;

Dans une seconde phase en analysant les différentes causes principales

dont la résultante est la différence de niveau aux extrémités du canal et la différente distribution de la densité et en cherchant à établir comment les différentes causes considérées séparément tendent à agir sur le régime des courants et des contre-courants. Enfin en étudiant l'influence de la rotation terrestre et des éléments perturbateurs (vagues de différente nature).

c) INSTRUMENTS.

Mesureur de courant Boccardo à système oscillant avec boussole à renversement, à lecture directe.

Nous avons apporté quelques modifications, tendant à éliminer complètement quelques petits inconvénients, au mesureur de courant Boccardo qui est un excellent instrument, en profitant de la longue expérience obtenue pendant les mesures de courant dans l'estuaire vénitien.

Mesureur enregistreur de courant Magrini pour les courants superficiels. Voir : G. MAGRINI. *Correntometro normale lagunare*. R. Istituto veneto di scienze (Pubbl. lagunari N° 11), 1911.

On est en train d'étudier un mesureur enregistreur du courant du fond, basé sur le principe du loch pour la vitesse (l'enregistrement est obtenu avec un point après quelques rotations), et avec l'application du gyroscope pour la direction. L'appareil peut être employé soit à un mètre du fond, soit à une profondeur déterminée (dans la pratique jusqu'à une dizaine de mètres); il est maintenant soulevé à la hauteur voulue du fond par un flotteur fortement ancré.

Bouteilles accouplées à lancer en mer à des positions notées, avec l'espoir qu'elles soient retrouvées.

d) MÉTHODES D'OBSERVATION.

On suivra, *mutatis mutandis*, les mêmes indications adoptées pour les mesures de la température, c'est-à-dire qu'on exécutera des observations dans l'espace et dans le temps. On lancera en outre systématiquement des bouteilles flottantes de stations déterminées.

Selon la profondeur au point de station les observations seront faites ou avec le navire ancré ou avec le navire à la dérive. Le navire peut ancrer jusqu'à une profondeur de 150 mètres. On ne croit pas que la chose soit facile pour une profondeur plus grande à moins qu'on n'emploie des systèmes spéciaux qui pourtant seront tentés et essayés.

Observations directes dans les détroits. — Dans les détroits les observations peuvent presque toujours se faire avec le navire ancré, vu leur faible profondeur. La mesure superficielle n'est pas toujours sûre, étant toujours dérangée par la présence du navire.

Dans chaque station on cherchera à établir d'abord les éléments suivants :

1) la profondeur de séparation du courant du contre-courant, et si quelquefois on constate alternativement des couches de courant et de contre-courant, les profondeurs de séparation ;

2) la vitesse maxima du courant pour chacune des différentes couches, s'il y en a plus d'une, et la profondeur, à laquelle on les constate ;

3) la plus grande vitesse du contre-courant, de façon analogue.

A la base des conditions morphologiques on établira pour chaque station le secteur du courant et le secteur du contre-courant. Les directions seront déterminées de 5 en 5 degrés.

Les observations seront exécutées :

1) dans les détroits, le long des sections pour en déduire le régime du courant dans une section donnée du détroit (de deux à quatre stations selon la largeur du détroit) ;

2) dans les détroits, à des stations fixes d'au moins 24 heures, en répétant les observations toutes les trois heures pour constater la variation diurne dans la vitesse et dans les profondeurs caractéristiques (séparation, vitesse maxima du courant et du contre-courant). D'après les observations des stations fixes de 24 heures, on peut constater l'existence des vagues profondes ;

3) On emploiera aussi la méthode combinée de répéter pour une période de 24 heures et à l'occasion plus longtemps, toutes les six heures par exemple (il serait naturellement mieux de les faire plus souvent, mais en pratique ce n'est pas possible avec un seul navire), avec la plus grande rapidité possible les observations sur les stations d'une même section. De cette manière on obtient la variation des courants de six en six heures à des points différents de la même section, et non en un point de station isolé.

C'est la méthode qui donnera certainement les meilleurs résultats, mais il ne faut pas négliger les observations plus fréquentes de trois en trois heures et aussi, s'il est nécessaire, d'heure en heure, limitées dans ce cas, par nécessité matérielle, à une seule station.

Le mesureur de courant enregistreur Magrini, qui est monté sur un radeau, sera ancré dans le courant. Il faut éviter de l'attacher à des bouées flottantes parce que l'instrument se maintenant toujours en dessous du courant, les enregistrements seraient dérangés.

Observations directes en pleine mer. — (Bassins terminaux des détroits). Dans les bassins terminaux du Bosphore et des Dardanelles (respectivement la Mer Noire et la Mer de Marmara, la Mer de Marmara et la Mer Egée) les observations seront faites :

1) le long des arcs de cercle fermant les embouchures en des stations assez voisines, pour vérifier comment se canalisent le courant et le contre-courant en entrant dans le détroit et comment ils se répandent en en sortant. Les observations doivent être faites aussi rapidement que possible afin de pouvoir considérer le phénomène en une période brève pour éviter des variations relatives ;

2) le long de sections à différentes distances, pour constater si les courants tendent à se maintenir avec des caractéristiques déterminées (température, salinité, vitesse et direction) et s'ils tendent à se maintenir constamment dans la même voie, ou bien s'ils subissent des déplacements remarquables dans leur parcours.

Les observations peuvent se faire ou avec le navire ancré, et dans ce

cas il est possible d'obtenir tout de suite les caractéristiques du courant (direction et vitesse), ou avec le navire dérivant. Dans ce cas le mouvement du courant est en partie caché par le mouvement de dérive du navire et il faut libérer l'observation de cette cause perturbatrice. Nous indiquerons en son temps la méthode que nous avons suivie pour obtenir ce résultat, méthode qui consiste essentiellement à considérer le navire comme étant animé d'un mouvement constant en ce qui concerne la direction et la vitesse pendant l'observation, mouvement qu'on obtient par une comparaison entre les observations exécutées à différentes profondeurs ; et en considérant toutes les directions et vitesses observées, comme résultantes de la direction et vitesse propres du courant et les direction et vitesse (constantes) du navire. Cette méthode a donné d'excellents résultats dans l'Adriatique et nous espérons qu'elle donnera de bons résultats aussi pour l'étude des détroits.

Lancement de bouteilles. — Pour étudier spécialement comment se répand le courant superficiel du Bosphore dans la Mer Noire et celui des Dardanelles dans la Mer Egée, on lancera des bouteilles qui contiennent d'habitude des billets par lesquels on prie les trouveurs d'envoyer les billets par la poste au bureau intéressé. Les billets sont écrits en grec et en turc. Il ne faut pourtant pas se promettre trop de ces lancements, vu la grande étendue de côtes inhabitées et sauvages et la rareté de centres habités, de manière que certainement un grand nombre de bouteilles seront perdues.

f) CORRECTIONS DES OBSERVATIONS ET TARAGE DES INSTRUMENTS.

Les mesureurs de courants seront soigneusement étalonnés avant et après la croisière dans l'installation spéciale de l'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque à Stra (Venise). On fera toujours la correction de la profondeur à laquelle fut mesurée le courant, d'après l'inclinaison du fil.

c. — **Mouvement des vagues.**

On déterminera aussi à bord, toujours s'il est possible, la hauteur, la longueur et la période des vagues.

On est en train d'étudier l'installation à bord des appareils pour les déterminations photométriques des vagues qui seront prêts pour la seconde croisière. A cette occasion on fera aussi la description des instruments employés et on indiquera la méthode que nous nous proposons d'employer avec le stéréocomparateur.

Au moyen des diagrammes des marégraphes on déterminera aussi les éléments des ondes stationnaires et des ondulations secondaires (amplitude, sens et vitesse de propagation).

2. — Chimie de l'eau.

Les principaux problèmes que la chimie doit étudier en relation avec nos recherches sont les suivants :

A. Détermination des halogènes et des sels contenus dans l'eau de mer.

B. Vérification de la constance des rapports entre les différents sels dissous dans l'eau (spécialement pour la Mer Noire).

C. Détermination de l'oxygène dissous dans l'eau de mer.

D. Détermination de l'acide sulfhydrique dissous dans l'eau de mer (dans la Mer Noire) et causes de sa présence.

E. Détermination de l'acide carbonique et recherche de l'alcalinité.

A. — Détermination des halogènes et des sels contenus dans l'eau de mer.

Nous avons déjà fait mention des instruments et méthodes qui seront suivis pour cette recherche, en parlant des instruments et méthodes adoptés pour la détermination de la densité de l'eau.

B. — Vérification de la constance des rapports entre les différents sels dissous dans l'eau de mer.

Il est important d'exécuter la vérification de la constance des rapports entre les différents sels dissous dans l'eau, conception fondamentale de la méthode de Knüdsen et de ses tables. L'étude des eaux de la Mer Noire est d'un intérêt spécial, pour ce qui regarde le rapport $\frac{\text{Cl}}{\text{Br}}$ les eaux de ladite mer ayant des valeurs de chlore très basses.

Une vérification de ce genre fut déjà faite avec des échantillons d'eau de la Syrte (1) par Manuelli et avec des échantillons d'eau des îles Baléares (2) par Ruppin et les résultats obtenus ont confirmé la constance desdits rapports entre des limites très petites.

C. — Détermination de l'oxygène.

Pour la détermination de l'oxygène on emploie la méthode de Winkler, que nous avons déjà reconnue comme étant exacte et très pratique pour être employée à bord. Le titrage des échantillons sera toujours fait immédiatement après la prise en employant des solutions de thiosulfate à N/100, d'autant plus que l'opération peut être faite facilement aussi à la lumière artificielle, comme nous l'avons déjà constaté.

(1) Voir : Memoria del R. Comitato Talassografico Italiano N. 15, *Sul rapporto solfato-cloruri nell'acqua del mare* — Voir aussi MANUELLI A., *Ricerche di chimica talassografica* "Annales de chimie appliquée" Année I, vol. II, pages 132-153.

(2) Voir : RUPPIN E., *Zeitschrift anorgan. Chemie*, 1911, vol. 69, page 232.

D. — Détermination de l'acide sulphydrique.

Pour la détermination de l'acide sulphydrique, qui a été constaté à une certaine profondeur dans la Mer Noire, on emploiera la méthode iodométrique, en titrant directement les échantillons à bord. La présence de l'acide sulphydrique dans les couches profondes de la Mer Noire a une importance fondamentale au point de vue biologique et on exécutera une recherche spéciale pour trouver :

1) si la profondeur à laquelle les traces de l'acide sulphydrique commencent à être sensibles est approximativement constante dans toute la Mer Noire, ou si elle varie dans le temps et dans l'espace ;

2) si la quantité de l'acide sulphydrique existant dans les eaux de la Mer Noire varie avec la profondeur et en quelle manière ;

3) et enfin les causes de la présence de l'acide sulphydrique.

Il faut en outre étendre la recherche dans le but d'établir s'il y a des traces perceptibles d'acide sulphydrique dans la Mer de Marmara voisine et s'il passe des eaux sulfurées à travers le Bosphore.

E. — Détermination de l'acide carbonique. — Alcalinité.

Les conditions particulières de la Mer Noire, dues à l'affluence de grandes masses d'eau douce qui en abaissent, de cette manière, remarquablement le contenu salin et l'existence d'hydrogène sulfuré dans les couches profondes, y créent un milieu biologique particulier. On croit donc de grand intérêt de déterminer, et ceci spécialement dans l'intérêt des recherches biologiques, l'acide carbonique, en faisant soit des mesures de tension selon la méthode de Krogh, soit des mesures d'alcalinité en ajoutant de l'acide chlorhydrique, ébullition et retitrage de l'excès avec l'iodure iodé et le thiosulfate.

Des recherches récentes ont démontré que la nature de la réaction du milieu (acide, neutre, alcaline) est de première importance pour les phénomènes biologiques. Il suffit d'en varier entre de très petites limites la concentration, pour qu'un processus biologique se fasse ou s'arrête.

Comme les mesures d'alcalinité regardent seulement la relation entre la quantité de base et l'acide carbonique qui y est liée, il faut faire en outre des mesures quantitatives de la réaction de l'eau de mer, en déterminant la concentration des ions hydrogène.

Les mesures électriques ne sont pas applicables à bord, mais elles peuvent très bien être remplacées par la méthode colorimétrique de Palitzsch, que nous suivrons.

3. — Météorologie.

Nous jugeons nécessaire, pour l'étude des détroits de Constantinople, outre les observations habituelles, de :

1) faire fonctionner un Observatoire météorologique à Constantinople, lequel puisse fournir les éléments suivants :

la pression atmosphérique avec barographe et baromètre à lecture directe.

la direction du vent avec un anémographe ;

la vitesse du vent - moyenne horaire - et si possible la vitesse en mètres à la seconde, avec l'anémocinémographe ou l'anémographe à pression ;
température, humidité, brouillard.

2) faire fonctionner un Observatoire analogue dans le Bosphore vers la Mer Noire, ou sur les côtes de la Mer Noire ;

3) établir un Observatoire, quoique de moindre importance, mais pourvu en tout cas d'un baromètre, d'un barographe, et d'un anémographe, à Cianak dans les Dardanelles.

Les instruments et installations seront établis selon les *Norme ed istruzioni per il servizio meteorologico*, Pubbl. 53 dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, Venezia.

Recherches aérologiques.

Les recherches à exécuter en relation avec les éléments météorologiques ont déjà été traitées précédemment en parlant des variations du niveau de la mer et des courants.

Outre ces recherches qui tendent essentiellement à grouper les phénomènes hydrographiques avec les phénomènes météorologiques, nous jugeons opportun de développer une recherche spéciale pour l'étude du régime des vents dans les détroits.

On sait que le vent qui domine en bas est le vent du Nord, qui provient de la Mer Noire. Il est intéressant de constater à cette occasion comment le régime des vents varie avec la hauteur. Il faudrait faire des sondages de la haute atmosphère avec des ballons pilotes.

Dans la première croisière de 1920 nous nous limiterons à l'installation des Observatoires météorologiques et à une recherche d'orientation, tandis que les recherches aérologiques seront commencées avec les croisières de 1921.

II.

OCÉANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

Conformément aux décisions de la Conférence de Madrid qui a jugé nécessaire de distinguer l'étude de la biologie générale de la biologie appliquée, nous considérerons ces deux groupes séparément.

Nous avons jugé nécessaire de préciser quelques problèmes spéciaux relatifs aux détroits, dont l'étude doit constituer le but principal des recherches biologiques qui seront exécutées pendant la croisière. Nous croyons avoir encadré de cette manière les recherches selon un plan organique et cela afin d'éviter de perdre les énergies en des études de caractère trop général comme il arrive presque toujours dans les croisières océanographiques. Il est évident que les problèmes que nous exposerons ci-après ne seront pas les seuls qui seront étudiés, il va sans dire qu'il faut adapter les recherches aux résultats des recherches mêmes.

Comme on le sait, une des plus grandes difficultés des recherches biologiques consiste dans le fait qu'on ne connaît pas précisément la profondeur à laquelle on a pêché. Il faut donc employer pour la distribution des organismes des filets en séries verticales qui descendent fermés, s'ouvrent et se mettent en pêche en un moment donné et qui se referment au moment voulu.

Le professeur Sanzo a étudié dans ce but un appareil très simple qui peut servir sans messenger avec n'importe quelle inclinaison du câble et un autre, simple aussi, avec un anneau messenger.

Ces filets seront expérimentés pendant les croisières pour en vérifier le fonctionnement.

Pour l'étude de la distribution des organismes dans les courants, surtout lorsqu'ils sont limités à des couches très minces, il faut aussi étudier la possibilité de la capture d'organismes à la profondeur qu'on veut d'avance et non seulement celle qui peut résulter de la pêche même pour l'inclinaison du câble de retenue du filet.

Des tentatives à ce sujet seront faites et on en donnera en temps opportun des informations.

1. Biologie générale.

Les qualités physiques propres de la masse d'eau et les conditions de mouvement doivent être étudiées aussi du point de vue des conditions de la vie.

a) RECHERCHES SUR LA PÉNÉTRATION DE LA LUMIÈRE DANS L'EAU.

Une recherche rationnelle dans ce but est très difficile. Nous croyons nécessaire d'expérimenter trois méthodes de recherches différentes; la première en observant la profondeur à laquelle le disque de Secchi de différente couleur est encore perceptible; la seconde en déterminant l'impressionnabilité d'une plaque photographique aux différentes profondeurs; la troisième en immergeant de nuit dans l'eau une source lumineuse connue et pratiquement constante et en observant la profondeur à laquelle on réussit à voir nettement la lumière qui en provient.

b) VARIATION DIURNE DE L'OXYGÈNE DISSOÛS DANS LE COURANT ET DANS LE CONTRE-COURANT DES DÉTROITS.

Pendant les stations fixes de 24 heures on recueillera des échantillons d'oxygène en correspondance avec la vitesse maxima du courant et la vitesse maxima du contre-courant pour vérifier s'il est possible d'en constater une variation diurne.

c) NATURE DE LA FAUNE BENTHIQUE DE LA MER NOIRE EN RELATION AVEC LES CONDITIONS TRÈS SPÉCIALES QUI Y SONT CRÉÉES PAR LA PRÉSENCE DE L'ACIDE SULFHYDRIQUE.

Il faut rechercher :

1) à quel degré de solution de l'acide sulfhydrique rencontré depuis les profondeurs les plus grandes aux profondeurs moindres, tant dans le sens vertical, que dans le sens horizontal, est liée la présence ou non d'organismes vivants. A ceci est aussi lié le problème des sulfobactéries;

2) Quelle influence a une telle condition benthique sur la faune pélagique, en particulier sur ces formes qui, comme les méduses par exemple, ont une partie de leur développement lié aux conditions du fond marin. Cela constituant une condition d'expérimentation naturelle pour la solution de problèmes concernant la place et la provenance des états larvaires d'espèces déterminées, par exemple de l'anguille, en ce que la présence d'acide sulfhydrique empêcherait le développement normal des larves dans la profondeur, il est intéressant d'attirer l'attention sur la récolte des données regardant la présence et la distribution de tels poissons dans la Mer Noire, et pour le cas très spécial de l'anguille dans les bassins fluviaux correspondants.

d) PASSAGE DES POISSONS DE LA MER NOIRE A TRAVERS LE BOSPHORE, QU'ILS SOIENT TRANSPORTÉS PAR LE COURANT OU PAR LEUR PROPRE MOUVEMENT. — PASSAGE DES POISSONS DE LA MER DE MARMARA A LA MER NOIRE, SOIT PAR LE CONTRE-COURANT OU PAR LEUR PROPRE MOUVEMENT.

Il est nécessaire d'exécuter systématiquement des pêches planctoniques le long du Bosphore dans les courants principaux opposés, et d'étudier l'existence et le régime de courants migrants d'espèces déterminées.

e) ÉCHANGE DE MATÉRIEL FAUNISTIQUE ENTRE LA MER EGÉE ET LA MER DE MARMARA.

On étudiera le contenu faunistique du courant qui sort des Dardanelles, et du contre-courant qui y entre.

En suivant dans la Mer de Marmara la voie soit du courant qui vient de la Mer Noire à travers le Bosphore, soit du contre-courant qui vient de la Mer Egée, on en déterminera aussi le contenu faunistique avec des pêches faites dans les couches correspondantes.

On examinera lesquelles de ces formes sont complètement développées dans la Mer de Marmara et si éventuellement on y rencontre des formes qu'on ne trouve ni dans la Mer Noire, ni dans la Mer Egée.

2. Biologie appliquée.

Les conditions benthiques spéciales de la Mer Noire, déterminées par la présence d'acide sulhydrique, l'étroitesse du Bosphore, qui permet un contrôle moins difficile qu'ailleurs des espèces migratrices, sont d'une importance exceptionnelle pour l'étude des problèmes concernant la biologie d'espèces aussi intéressantes pour la pêche, dans toute la Méditerranée, que le thon, le pélamys, le maquereau, l'espadon, la sardine, l'anchois, l'anguille, etc.

Il faut, en attendant, suivre dans le Bosphore — grâce aux données de température, de salinité et de direction des courants observées dans les zones de passage — les conditions d'orientation pour chacune de ces espèces dans l'émigration entre les deux mers communicantes. On obtiendra ainsi des indications très utiles pour la pêche dans nos mers.

Toute une série de problèmes se présentent à cette occasion.

Comment se comportent dans la Mer Noire en présence d'acide sulhydrique sur le fond des espèces comme le thon, l'espadon, etc., qui abandonnent les zones superficielles après la période de reproduction et avant la saison d'hiver ? Émigrent-ils à travers le Bosphore ?

Où émettent-ils les éléments sexuels pour la reproduction, vu que les jeunes en allant dans la profondeur pendant l'hiver rencontreraient dans la Mer Noire un milieu défavorable à leur développement normal ? Y a-t-il enfin pour les adultes une seconde émigration de la Mer Noire à travers le Bosphore ?

Les anguilles revenues dans les bassins fluviaux de la Mer Noire émigrent-elles ou non à travers le Bosphore dans la période de descente à la mer ?

Y a-t-il dans le Bosphore une émigration d'argentine de la Mer Noire à la Mer de Marmara, et de formes larvaires en sens inverse ?

Enfin on fera des recherches soigneuses sur les marchés soit de Constantinople, soit des endroits voisins, pour examiner les espèces pêchées avec le plus de fréquence, les localités et les méthodes de pêche.

On en parlera dans un rapport spécial.



AVIS

Le Bulletin est en dépôt au Musée Océanographique.
 Les numéros du Bulletin se vendent séparément aux prix
 suivants et franco :

N ^{os}	FR.
1. Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée (<i>Conférence de Madrid</i> , 17-20 nov. 1919).	1 »
2. Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée (Procès-verbaux des Sous-Commissions)	1 »
3. Manuel Pratique de l'analyse de l'eau de mer. I. Chloruration par la méthode de Knudsen, par le Dr Mieczyslaw OXNER, avec une Préface du Professeur Martin KNUDSEN.....	3 »
4. Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée.....	1 »
5. Programme des recherches à exécuter par la Mission Italienne chargée de l'exploration scientifique des Détroits de Cons- tantinople.....	2 »

